

BEST AVAILABLE COPY

PCT/JP 2004/015911

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

08.11.2004

REC'D 23 DEC 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 1 月 1 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 7 9 7 4 3
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 3 7 9 7 4 3]

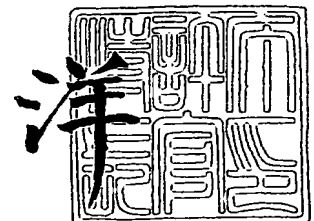
出 願 人 松 下 電 器 産 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 2 月 1 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 1 1 3 5 4 3

【書類名】 特許願
【整理番号】 2892050212
【提出日】 平成15年11月10日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G11B 5/455
【発明者】
 【住所又は居所】 愛媛県温泉郡川内町南方 2 1 3 1 番地 1 松下寿電子工業株式会
社内
 【氏名】 中北 勝
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100097445
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩橋 文雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100103355
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 坂口 智康
【選任した代理人】
 【識別番号】 100109667
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 内藤 浩樹
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011305
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9809938

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

回転する回転体に、その回転体の振動に応じた検出出力を発生する検出素子を取り付け、前記検出出力をロータリートランスを介して固定部に伝送し、その伝送された検出出力に基づいて前記回転体の振動状態を検査する接触検査方法であって、前記ロータリートランスのインピーダンスは、少なくとも前記検出素子の有効感度帯域の一部において、前記検出素子が所定の出力を取得するに十分なインピーダンスが確保されていることを特徴とする接触検査方法。

【請求項 2】

前記回転体は磁気ディスクであって、その磁気ディスクの複数の種類の振動の中から前記磁気ディスクに情報の記録、再生の少なくとも一方を行う磁気ヘッドを備えたスライダと前記磁気ディスクの接触による振動を検出するために、前記ロータリートランスのインピーダンスは、少なくとも前記検出素子の有効感度帯域の一部において、前記検出素子が所定の出力を取得するに十分なインピーダンスが確保されていることを特徴とする請求項 1 記載の接触検査方法。

【請求項 3】

前記有効感度帯域は前記検出素子の最大感度の少なくとも 10 分の 1 以上の感度が確保されていることを特徴とする請求項 1 記載の接触検査方法。

【請求項 4】

前記有効感度帯域は摺接等によって発生する機械的ノイズを除去するための 100 kHz 以上の周波数帯域とすることを特徴とする請求項 1 記載の接触検査方法。

【請求項 5】

前記検出素子のインピーダンスを Z_1 、前記ロータリートランスのインピーダンスを Z_2 とした場合、少なくとも前記有効感度帯域の一部において、 $Z_2 > Z_1$ であることを特徴とする請求項 1 記載の接触検査方法。

【請求項 6】

前記検出素子のインピーダンスを Z_1 、前記ロータリートランスのインピーダンスを Z_2 とした場合、前記有効感度帯域の下限周波数において、 $Z_2 > 0.5 \times Z_1$ であることを特徴とする請求項 1 記載の接触検査方法。

【請求項 7】

前記検出素子のインピーダンスを Z_1 、前記ロータリートランスのインピーダンスを Z_2 とした場合、前記検出素子が最大感度を持つ周波数において、 $Z_2 > Z_1$ であることを特徴とする請求項 1 記載の接触検査方法。

【請求項 8】

前記検出素子と前記ロータリートランスのローター側コイルとを含んで構成される電気回路の共振周波数が前記圧電素子の有効感度帯域にあることを特徴とする請求項 1 記載の接触検査方法。

【請求項 9】

前記共振周波数は機械的ノイズを除去するための 100 kHz から 2 MHz の範囲にあることを特徴とする請求項 8 記載の接触検査方法。

【請求項 10】

前記共振周波数は、機械的ノイズを除去し、かつ前記検出素子の機械的共振周波に適合した 100 kHz から 1 MHz にあることを特徴とする請求項 8 記載の接触検査方法。

【請求項 11】

回転する磁気ディスクと、この磁気ディスクに対して記録、再生の少なくとも一方を行うヘッドを具備してサスペンションにより前記磁気ディスクに押圧されるスライダと、前記サスペンションを保持するスライダ保持機構と、前記磁気ディスクに取り付けられ前記磁気ディスクの振動を検出する磁気ディスク側検出素子と、前記スライダあるいは前記サスペンションあるいはスライダ保持機構に取り付けられたスライダ側検出素子とを有し、前記磁気ディスク側検出素子および前記スライダ側検出素子の検出出力に基づいて、前記磁

気ディスクおよび前記スライダおよび前記サスペンションの振動状態を検査する接触検査方法であって、複数の種類の振動の中から前記スライダと前記磁気ディスクの接触による振動を検出するために、前記磁気ディスク側検出素子の検出出力の極大値と前記スライダ側検出素子の検出出力の極大値との時間差を求める計測手段を備えていることを特徴とする接触検査方法。

【請求項 12】

前記スライダを前記磁気ディスクにダイレクトロードあるいはダイレクトアンロードする機構を備え、ダイレクトロード過程あるいはダイレクトアンロード過程における前記磁気ディスク側検出素子の検出出力の極大値と前記スライダ側検出素子の検出出力の極大値との前記時間差を求める計測手段を備えていることを特徴とする請求項 11 記載の接触検査方法。

【請求項 13】

前記磁気ディスク側検出素子は前記磁気ディスクと前記スライダとの接触信号を検出し、前記スライダ側検出素子は前記サスペンションの振動を検出することを特徴とする請求項 11 記載の接触検査方法。

【請求項 14】

前記磁気ディスク側検出素子の検出出力および前記スライダ側検出素子の検出出力に基づいて検出出力の実行値を検算する実行値演算手段を備えており、前記計測手段は、前記磁気ディスク側検出素子の検出出力の実行値の極大値と、前記スライダ側検出素子の検出出力の実行値の極大値との前記時間差を計測することを特徴とする請求項 11 記載の接触検査方法。

【請求項 15】

前記磁気ディスク側検出素子の検出出力および前記スライダ側検出素子の検出出力に基づいて検出出力のエンベロープを検算するエンベロープ演算手段を備えており、前記計測手段は、前記磁気ディスク側検出素子の検出出力のエンベロープの極大値と、前記スライダ側検出素子の検出出力のエンベロープの極大値との前記時間差を計測することを特徴とする請求項 11 記載の接触検査方法。

【請求項 16】

回転保持機構に固定され回転する磁気ディスクと、この磁気ディスクに対して記録／再生の少なくとも一方を行うヘッドを具備したスライダと、回転保持機構に取り付けられ前記磁気ディスクの振動を検出する検出素子を有し、その検出素子の検出出力に基づいて前記磁気ディスクの振動状態を検査する接触検査装置であって、前記回転保持機構の磁気ディスク固定部は前記磁気ディスク面に平行な平板より構成されており、平板の前記磁気ディスク接触面と反対の面に前記検出素子が固着されていることを特徴とする接触検査装置。

【請求項 17】

複数の種類の振動の中から前記スライダと前記磁気ディスクの接触による振動を検出するために、前記平板と前記磁気ディスクとは、前記回転保持機構に前記磁気ディスクを固定する手段によって圧接されることを特徴とする請求項 16 記載の接触検査装置。

【請求項 18】

前記平板の前記磁気ディスク接触面の表面あらさは前記磁気ディスク表面あらさと同程度であることを特徴とする請求項 16 記載の接触検査装置。

【請求項 19】

前記平板の前記磁気ディスク接触面の表面あらさは平均あらさで 5 nm 以下であることを特徴とする請求項 16 記載の接触検査装置。

【請求項 20】

前記平板の少なくとも前記磁気ディスク接触面には液体膜が塗布されていることを特徴とする請求項 16 記載の接触検査装置。

【請求項 21】

前記液体膜の膜厚は、前記磁気ディスク接触面の表面あらさよりも厚いことを特徴とする請求項 20 記載の接触検査装置。

【請求項 22】

前記磁気ディスク表面には潤滑剤が塗布されており、前記平板の前記磁気ディスク接触面に塗布されている液体膜は前記磁気ディスク表面に塗布されている前記潤滑剤と同一物質であることを特徴とする請求項 20 記載の接触検査装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】接触検査方法および接触検査装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転体に、その回転体の振動に応じた検出出力を発生する検出素子を搭載し、回転体への他の物体の接触を検出する接触検査方法および接触検査装置に関し、特に、磁気ディスク装置の記録媒体である磁気ディスクと磁気ヘッドを搭載したスライダとの機械的特性ならびにトライボロジー的特性の評価に好適な接触検査方法および接触検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

磁気的に情報の記録再生を行う磁気ディスク装置は、記録媒体である磁気ディスクの記録再生面に対して磁気ヘッドを搭載したスライダを略一定の間隔で浮上させて、情報の記録再生を行う極めて精密な装置である。この磁気ディスク装置のアクチュエータ・アームは、その先端にスライダが取り付けられており、そのスライダに情報の記録、再生の少なくとも一方を行う磁気ヘッドを内蔵している。一般的に、磁気ヘッドはスライダの磁気ディスクに対向する空気潤滑面の空気流出端近傍に配設されており、磁気ディスクの回転にともなって発生する空気流を、空気潤滑面と磁気ディスク表面の間に引き込み、それによってスライダは磁気ディスクから浮上している。

【0003】

こうしてスライダは、回転する磁気ディスク上を浮動する。その浮動高度は、空気潤滑膜の厚さであり、すなわち、磁気ディスク表面とスライダとの距離である。このように、スライダの磁気ディスクに対向する面は空気潤滑面をなし、スライダと磁気ディスクとの間に自己加圧式の空気潤滑膜を形成し、かつ、これを維持している。この膜によって、磁気ディスク回転中にスライダと磁気ディスクが機械的に接触し難くなり、摩擦および摩耗が抑制されている。

【0004】

近年、磁気ディスク装置のデータ記録密度の向上は著しく、その記録密度の増加は年率100%ともいわれている。この著しい記録密度の増加は、高密度再生特性に優れたGM Rヘッドの採用や磁気ディスク表面の記録トラックの狭トラック化によって達成されるものであるが、同時に磁気ヘッドを搭載するスライダの磁気ディスクに対する浮上量も小さくする必要がある。現在その浮上量は10nm程度まで極小化され、さらに小さくすることが要求されており、装置の信頼性の確保のためには、スライダおよび磁気ディスクの機械的特性ならびにトライボロジー的特性を評価することがますます重要となってきた。

【0005】

このような評価を実施するために、各種の検査装置が従来から使用されているが、その1つとして、スライダと磁気ディスクの接触検査装置がある。この種の接触検査装置としては、例えば、特許文献1および特許文献2に記載の技術等が知られている。

【0006】

図12は、従来から使用されているスライダと磁気ディスクとの接触検査装置の一例である。図12において、1は記録媒体である磁気ディスク、2は磁気ディスク1への信号の記録再生を行う磁気ヘッド（図示せず）を搭載したスライダ、3は磁気ディスク1を保持した状態でこれを回転させる回転保持機構としてのスピンドル、7はスピンドル3を駆動するスピンドル駆動回路、6はスライダ2を支持するアーム、5はアーム6を駆動するボイスコイルモータ、8はボイスコイルモータ5を駆動するアクチュエータ駆動回路である。

【0007】

そして、前記磁気ディスク1は、スピンドル3に例えばねじ止め等によって固定されている。また、スライダ2は、例えばA12O3-TiCに代表されるセラミックス材料か

出証特2004-3113543

らなり、スライダ2の磁気ディスク1との対向面には、機械加工あるいはエッチング等によって図示しない空気潤滑面が形成されている。

【0008】

アーム6は、スライダ2の磁気ディスク1への押し付け方向にばね性を有しており、これによってスライダ2の空気潤滑面が磁気ディスク1の記録再生面に例えば20mNといった一定の荷重で押圧されている。また、このアーム6は、ボイスコイルモータ5に取り付けられており、ボイスコイルモータ5の軸を中心に例えば30度の一定の範囲で回転する。そして、そのボイスコイルモータ5の回転に伴い、アーム6は磁気ディスク1の記録再生面に略平行に揺動し、これに伴ってスライダ2が磁気ディスク1の略半径方向に移動するようになっている。

【0009】

アーム6の上には、振動検出素子としてのAEセンサ12が搭載されている。このAEセンサ12は、例えば圧電素子(PZT)によって構成されており、スライダ2と磁気ディスク1の接触に伴って発生する音響弾性波(アコースティック・エミッション、以下AEという)を検出し、これに応じた電気信号を出力するものである。

【0010】

20はAEセンサ12の出力信号を増幅する広帯域アンプ、30は前記広帯域アンプ20の出力信号から接触検査に必要な周波数成分を取り出すフィルタ回路、50はフィルタ回路30の出力信号を表示するオシロスコープである。

【0011】

以下、この接触検査装置の動作について説明する。従来のこのような接触検査装置は、CSS(コンタクト・スタート・ストップ)方式といわれる起動停止方式を採用した磁気ディスク装置の、スライダ2と磁気ディスク1との接触状態を検査するために考案されたものであり、スピンドル3の停止時は、磁気ディスク1はスライダ2と接触している。スライダ2は磁気ディスク1の記録再生面に対向する面に空気潤滑面を有しており、スピンドル3が回転し始めると、磁気ディスク1の回転にともない発生する空気流を、スライダ2と磁気ディスク1との間に引き込み、次第に磁気ディスク1から浮上し始める。

【0012】

また、ボイスコイルモータ5は、アーム6を動かし、スライダ2を磁気ディスク1の略半径方向の所定位置まで移動する。ここで、スピンドル3が一定速度(例えば5400rpm)で高速回転するようになると、スライダ2は磁気ディスク1との間に形成される自己加圧式の空気潤滑膜を維持することによって、磁気ディスク1に対して略一定の間隔を保持しながら浮上した状態となる。スピンドル3が停止すると、再びスライダ2は磁気ディスク1に接触する。このように、磁気ディスク1の停止時はスライダ2と接触し、磁気ディスク1の回転中は、スライダ2は浮上して両者1、2は非接触の状態になる。

【0013】

そして、このようにスピンドル3の回転開始過程および停止過程では、スライダ2と磁気ディスク1とが摺動接触しているので、これに伴ってAEが発生し、このAEがAEセンサ12で検出される。また、磁気ディスク1が回転中であっても、スライダ2へのゴミの付着やスライダ2や磁気ディスク1の形状的欠陥などに起因して、スライダ2が磁気ディスク1と接触した際には、これに伴ってAEが発生し、このAEがAEセンサ12で検出される。

【0014】

このときのAEセンサ12からの検出信号の電圧は、数マイクロボルトから数百マイクロボルト程度と非常に微弱であるが、その中にはスライダ2と磁気ディスク1との間で発生した接触にかかわる情報が含まれている。

【0015】

そこで、AEセンサ12の検出出力は、広帯域アンプ20によって観測可能なレベルまで(例えば40dB~60dB)増幅された後、フィルタ回路30でノイズ成分が除去され、オシロスコープ50に表示される。

【0016】

こうして、オシロスコープ50で表示されたAEセンサ12の出力信号の波形の観察に基づいて、接触の強度、接触の持続時間等を評価する。

以上、現在一般的に用いられている接触検査装置について示したが、AEセンサ12をアーム6上に搭載している場合、スライダ2と磁気ディスク1との接触によって発生したAEのみならず、アーム6の振動や、スライダ2の振動も同時にAEセンサ12が検出することになる。そこで特許文献3により開示されているように、スライダ2と磁気ディスク1の接触状態をより精密に測定する方法として、磁気ディスク1側にAEセンサ12を搭載し、AEセンサ12の検出信号をスリップリングを介して広帯域アンプ20に伝送することによって、アーム6の振動やスライダ2の振動がAEセンサ12によって検出されないようにした接触検査装置が考案されている。なお、特許文献3では、磁気ディスク側に搭載したAEセンサ12の検出信号は、ロータリートランスを用いても伝送可能であることを提案している。

【0017】

以下、図13、図14を用いて特許文献3で開示されているロータリートランスを用いて検出信号を伝送する手法を説明する。

【0018】

図13はロータリートランスを用いて構成した接触検査装置のブロック図、図14は図13に示した接触検査装置に使用しているスピンドル3の断面図である。

【0019】

図14において、3aはシャフト3cを有するローターであり、このシャフト3cはステーター3bに固定されたラジアル軸受3dにより回転可能に支持されている。

【0020】

3g、3fはそれぞれ前記ラジアル軸受3dの外側とローター3aに、互いに対向するように配置されたロータリートランス、3n、3mはロータリートランス3g、3fの一次側と二次側の接続端子である。3hはローター3aに取り付けられた環状の永久磁石、3iは前記永久磁石に3hに対向してステーター3bに固定されたコイルであり、この両者でモーターを構成している。

【0021】

そして、シャフト3cおよびスラスト軸受3eにはグループ（溝）が形成され、軸受部にオイルを充填した流体軸受の構成となっている。このとき、シャフト3cとラジアル軸受3dおよびスラスト軸受3eの間は、回転によるオイルの動圧によって非接触に保たれる。

【0022】

このように、図14のスピンドル3は、流体軸受構造となっているため、ボールベアリング等を用いた接触型の軸受と異なり、スピンドル3の回転によるローターとステーターの摺動が発生しない。また、ロータリートランス3g、3fによってローター3a側から非接触で回転体外部に電気信号を取り出すことも可能となっている。

【0023】

したがって、このようなスピンドル3を使用する場合には、磁気ディスク1側に搭載したAEセンサ12の出力端子をロータリートランス3fの一次側の接続端子3mに接続する一方、ロータリートランス3gの二次側の接続端子3nを広帯域アンプ20の入力端子と接続することによって、AEセンサ12からの検出信号を外部の測定回路系に非接触で取り出すことができる。

【0024】

この構成とすれば、スリップリングとブラシとの摺接によって発生する機械的ノイズがAEセンサ12の検出信号に重畳する恐れもないため、よりいっそう高い精度が実現できるといふ利点がある。

【特許文献1】特公平6-40065号公報

【特許文献2】特開平8-297816号公報

【特許文献3】特開 2000-173032 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0025】

近年の磁気ディスク装置の起動停止方式は、磁気ディスク 1 面に対してスライダ 2 をダイレクトロードおよびダイレクトアンロードする方式、いわゆるランプロード方式が一般化されつつあり、ダイレクトロード過程およびダイレクトアンロード過程における磁気ディスク 1 とスライダ 2 との接触状態を把握する方法が望まれている。

【0026】

しかしながら、ダイレクトロードおよびダイレクトアンロードは、アーム 6 の回転をとまなう動作であるため、アーム 6 あるいはスライダ 2 の振動が発生してしまい、アーム 6 上に AE センサ 12 を搭載した現在一般的に使用されている接触検査装置では、スライダ 2 と磁気ディスク 1 との接触を評価することは非常に困難である。

【0027】

また、CSS 方式に比べ、ランプロード方式のダイレクトロード過程およびダイレクトアンロード過程におけるスライダ 2 と磁気ディスク 1 との接触にともなう AE は、強度で数分の 1 から数十分の 1、持続時間にいたっては 1 ms 程度と非常に短くなるため、磁気ディスク 1 側に AE センサ 12 を搭載した場合でも、出力電圧、時間応答性とも非常に高い精度で測定する必要がある。この際、スリップリングを介した伝送方式では、スリップリングとブラシとの間で発生する摺動ノイズの影響が大きく、検出信号を正確に捉えられない。またロータリートランスを用いる場合でも、AE センサ 12 に代表される圧電素子は一般的に非常に大きい内部インピーダンスを保有しており、その伝送系には、最適な設計が必要とされる。

【0028】

また、ダイレクトアンロード過程では、スライダ 2 と磁気ディスク 1 との間に形成されている空気潤滑膜を引き剥がすことになるため、スライダ 2 に磁気ディスク 1 方向への力、いわゆるスキューズ力が作用する。ダイレクトアンロード過程におけるスライダ 2 と磁気ディスク 1 の接触モードには、このスキューズ力の作用によって、空気潤滑膜を引き剥がす過程においてスライダ 2 と磁気ディスク 1 とが接触する第 1 のモードと、空気潤滑膜を引き剥がした後、スライダ 2 を支持してあるアーム 6 が空気潤滑膜を引き剥がしたことによって振動してしまい、このアーム 6 の振動によってスライダ 2 が磁気ディスク 1 と接触してしまう第 2 のモードがある。しかしながら従来の手法においては、この 2 つのモードを分離し評価することが不可能であった。

【0029】

本発明はこのような不都合に鑑みて創案されたものであって、回転体としての磁気ディスク 1 側に AE センサ 12 を搭載した接触検査方法および装置において、ロータリートランスと AE センサ 12 を含んでなる電気回路の特性の最適化を行い、スライダ 2 と磁気ディスク 1 との接触測定を従来よりも高精度で実現できるようにすることを課題とする。また、ダイレクトアンロード過程におけるスライダ 2 と磁気ディスク 1 との接触モードを特定し、分離評価できるようにすることを課題とし、本発明は磁気ディスク 1 側に AE センサ 12 を搭載する手法により、ダイレクトアンロード過程におけるスライダ 2 と磁気ディスク 1 との接触モードを特定し、分離評価できるよう提案する。

【課題を解決するための手段】

【0030】

本発明は、上記の課題を解決するために、回転する回転体に、その回転体の振動に応じた検出出力を発生する検出素子を取り付け、前記検出出力をロータリートランスを介して固定部に伝送し、その伝送された検出出力に基づいて前記回転体の振動状態を検査する接触検査方法であって、前記ロータリートランスのインピーダンスは、少なくとも前記検出素子の有効感度帯域の一部において、前記検出素子が所定の出力を取得するに十分なインピーダンスが確保されていることを特徴とする接触検査方法であり、検出素子で検出され

出証特 2004-3113543

た出力信号の減衰を抑制することで、よりいっそう高い感度で振動が検出できるという優れた効果が得られる。

【0031】

また、本発明に係る接触検査方法は、回転する磁気ディスクと、この磁気ディスクに対して記録、再生の少なくとも一方を行うヘッドを具備してサスペンションにより前記磁気ディスクに押圧されるスライダと、前記サスペンションを保持するスライダ保持機構と、前記磁気ディスクに取り付けられ前記磁気ディスクの振動を検出する磁気ディスク側検出素子と、前記スライダあるいは前記サスペンションあるいはスライダ保持機構に取り付けられたスライダ側検出素子とを有し、前記磁気ディスク側検出素子および前記スライダ側検出素子の検出出力に基づいて、前記磁気ディスクおよび前記スライダおよび前記サスペンションの振動状態を検査する接触検査方法であって、複数の種類の振動の中から前記スライダと前記磁気ディスクの接触による振動を検出するために、前記磁気ディスク側検出素子の検出出力の極大値と前記スライダ側検出素子の検出出力の極大値との時間差を求める計測手段を備えていることを特徴とする接触検査方法であり、この発明によれば、ランプロード方式におけるダイレクトアンロード過程で生じるスライダと磁気ディスクとの接触のモードを特定した上で、評価することができるという優れた効果が得られる。

【0032】

あるいは、本発明に係る接触検査装置は、回転保持機構に固定され回転する磁気ディスクと、この磁気ディスクに対して記録／再生の少なくとも一方を行うヘッドを具備したスライダと、回転保持機構に取り付けられ前記磁気ディスクの振動を検出する検出素子を有し、その検出素子の検出出力に基づいて前記磁気ディスクの振動状態を検査する接触検査装置であって、前記回転保持機構の磁気ディスク固定部は前記磁気ディスク面に平行な平板より構成されており、平板の前記磁気ディスク接触面と反対の面に前記検出素子が固着されていることを特徴とする接触検査装置であり、この発明によれば、ディスクの置換が容易でかつ、ディスクと圧接することによりディスクとの密着性も確保され、振動の減衰を抑制することが可能になるという優れた効果が得られる。

【発明の効果】

【0033】

以上のように、本発明による接触検査方法および検出装置によれば、回転体側に搭載した検出素子で検出された出力信号の伝達経路での減衰を抑制することで、よりいっそう高い感度でA Eが検出できる。あるいは、検出素子で検出された出力信号を増幅することも可能となり、よりいっそう高い感度でA Eが検出できる。

【0034】

さらに、ランプロード方式におけるダイレクトアンロード過程で生じるスライダと磁気ディスクとの接触のモードを特定した上で、評価すること、あるいは、磁気ディスク1の置換が容易でかつ、磁気ディスク1と圧接することにより磁気ディスク1との密着性も確保され、A Eの減衰を抑制することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0035】

本発明の請求項1に係る接触検査方法は、回転保持機構に固定され回転する回転体と、回転体に直接、あるいは回転保持機構に取り付けられ回転体の振動を検出する圧電素子と、圧電素子の検出出力を伝送するロータリートランスを有し、圧電素子の検出出力に基づいて回転体の振動状態を検査する検査方法であって、前記ロータリートランスのインピーダンスは、少なくとも前記圧電素子の有効感度帯域の一部において、前記圧電素子が所定の出力を取得するに十分なインピーダンスが確保されていることを特徴としている。この構成を採用した際には、圧電素子で検出された出力信号の減衰を抑制することが可能であり、よりいっそう高い感度で振動が検出できるという作用が確保される。

【0036】

本発明の請求項11に係る接触検査方法は、本発明に係る接触検査方法は、回転する磁気ディスクと、この磁気ディスクに対して記録、再生の少なくとも一方を行うヘッドを具

備してサスペンションにより前記磁気ディスクに押圧されるスライダと、前記サスペンションを保持するスライダ保持機構と、前記磁気ディスクに取り付けられ前記磁気ディスクの振動を検出する磁気ディスク側検出素子と、前記スライダあるいは前記サスペンションあるいはスライダ保持機構に取り付けられたスライダ側検出素子とを有し、前記磁気ディスク側検出素子および前記スライダ側検出素子の検出出力に基づいて、前記磁気ディスクおよび前記スライダおよび前記サスペンションの振動状態を検査する接触検査方法であって、複数の種類の振動の中から前記スライダと前記磁気ディスクの接触による振動を検出するために、前記磁気ディスク側検出素子の検出出力の極大値と前記スライダ側検出素子の検出出力の極大値との時間差を求める計測手段を備えていることを特徴とする接触検査方法であり、この発明によれば、ランプロード方式におけるダイレクトアンロード過程で生じるスライダと磁気ディスクとの接触のモードを特定した上で、評価することができるという優れた効果が得られる。

【0037】

本発明の請求項16に係る接触検査装置は、本発明に係る接触検査装置は、回転保持機構に固定され回転する磁気ディスクと、この磁気ディスクに対して記録／再生の少なくとも一方を行うヘッドを具備したスライダと、回転保持機構に取り付けられ前記磁気ディスクの振動を検出する検出素子を有し、その検出素子の検出出力に基づいて前記磁気ディスクの振動状態を検査する接触検査装置であって、前記回転保持機構の磁気ディスク固定部は前記磁気ディスク面に平行な平板より構成されており、平板の前記磁気ディスク接触面と反対の面に前記検出素子が固着されていることを特徴とする接触検査装置であり、この発明によれば、ディスクの置換が容易でかつ、ディスクと圧接することによりディスクとの密着性も確保され、振動の減衰を抑制することが可能になるという優れた効果が得られる。

【0038】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0039】

(実施の形態1)

この発明の実施の形態1について、図1ないし図7を参照して説明する。

【0040】

図1は本実施の形態1の接触検査装置を示すブロック図であり、図12から図14に示した従来技術と対応する部分には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0041】

図1において、1は磁気ディスク、2はスライダ、4はサスペンション、5はボイスコイルモータ、6はアーム、7はスピンドル駆動回路、8はアクチュエータ駆動回路、9はディスククランプ、10は筐体であり、磁気ディスク1はディスククランプ9によって筐体10内のスピンドル（図示せず）に固定されている。20は広帯域アンプ、30はフィルタ回路、40はフィルタ回路30の出力信号からAEセンサ12の実行値電圧を演算する実行値演算手段としての実行値演算回路、70は各駆動回路7、8を制御するとともに、各種の演算処理を実行するパーソナルコンピュータなどからなる演算制御回路である。

【0042】

図2は同接触検査装置の断面図であり、図2において、33aはローター、33bはステーター、33cはスピンドル（図示せず）から伸びるシャフト、33gはローター側トランス、33fはステーター側トランスであり、ローター側トランス33gはローター33a、ステーター側トランス33fはステーター33bにそれぞれ固定されており、微小な隙間を保ち平面对向することでロータリートランス33hを構成している。

【0043】

磁気ディスク1の下面とローター33aとの間には環状のAE伝達平板11が挟み込まれており、磁気ディスク1をローター33aに固定する際、ディスククランプ9をねじで固定することにより、AE伝達平板11は磁気ディスク1と密着する。このときAEの減衰を抑制するためには磁気ディスク1とAE伝達平板11との密着性を高める必要がある

が、本実施の形態1ではAE伝達平板11は磁気ディスク1と同一の表面状態を持つものとしたので、その表面あらさは $R_a < 0.3 \text{ nm}$ 、また表面あらさより厚い2 nm厚の潤滑剤が塗布されている。磁気ディスク1の表面も同様の構成であるので、ディスククランプ9により圧接することで、磁気ディスク1とAE伝達平板11とは、その表面の平滑性と潤滑膜的作用によって、密着性が確保される。AE伝達平板11の下面にはAEセンサ12がエポキシ系接着剤等により接着されており、スライダ2と磁気ディスク1との接触によって磁気ディスク1に発生したAEは、AE伝達平板11を介してAEセンサ12で電圧値として検出される。

【0044】

AEセンサ12の検出信号は、ローター側トランス33gからステーター側トランス33fに伝達され、スピンドル外部の測定回路系に取り出される。取り出されたAEセンサ12の信号は、実行値電圧の検算に十分な電圧を得るため、広帯域アンプ20によって40 dBから60 dB程度増幅される。このとき、広帯域アンプ20には周波数レンジで、例えば100 Hzから10 MHzといったものを使用する。このような帯域を持ったアンプを使用すれば、測定するAE信号の周波数が、数十kHzから数MHz程度であるので、信号を少しも損なうことなく増幅することが可能である。さらに、広帯域アンプ20で増幅された出力信号は、フィルタ回路30によって例えば100 kHzを遮断周波数として低域の不要な周波数成分が除去された後、実行値演算回路40に入力される。

【0045】

実行値演算回路40は、フィルタ回路30を通過した信号から、AEセンサ12の検出信号の実行値電圧が演算され、この値が演算制御回路70に与えられる。

【0046】

ここで図3はAEセンサ12の検出感度曲線を示したものである。図3から、本実施の形態1で用いているAEセンサ12は、600 kHz～700 kHz付近で最大感度を持ち、略300 kHzから略2 MHzの周波数範囲においては最大感度の10分の1以上の感度が確保できていることがわかる。また、その他の周波数帯域では急激に感度が低下していることもわかり、AEセンサ12が実質的にAEを検出できる有効感度帯域は、300 kHzから2 MHzであると考えられる。

【0047】

上述のAEセンサ12の特性を踏まえ、本実施の形態1における接触検査装置は300 kHzから2 MHzのAEによる出力電圧をロータリートランス33hを介して良好に広帯域アンプ20に伝送できるように作成した。

【0048】

図4はAEセンサ12の内部インピーダンスの測定結果であり、その周波数特性からキャパシタンスが支配的であることがわかる。また、有効感度帯域である300 kHzから2 MHzの範囲では300 kHzと600 kHz付近において1.5 kΩの最大インピーダンスを持つ。

【0049】

図5は本実施の形態1で用いたローター側トランス33gの内部インピーダンスの測定結果である。ロータリートランス33hを構成するローター側トランス33gおよびステーター側トランス33fは、それぞれフェライト系材料からなるコアに直径0.14 mmのエナメル被服銅線を用いて直径20 mm、20巻のコイルを形成することで作成し、同一の構成とした。なお、ローター側トランス33gのインピーダンス測定はステーター側トランス33fを対向させ磁気回路を形成した状態で測定している。

【0050】

図6はAEセンサ12とローター側トランス33gとからなる電気回路のインピーダンス測定結果であり、測定の際にはローター側トランス33gの内部インピーダンス測定と同様にステーター側トランス33fを対向させている。図6から400 kHzにおいてインピーダンスは非常に小さくなっており共振していることがわかる。

【0051】

図7は打診法によりAEセンサ12の接着面を加振し、AEセンサ12の出力を広帯域アンプ20を介して測定した結果である。図7において、実線で示してあるのは本実施の形態1におけるAEセンサ12の出力信号をロータリートランス33hを介して広帯域アンプ20に伝達した場合の出力結果、破線で示してあるのがAEセンサ12の出力信号を直接広帯域アンプ20に伝達した場合の出力結果である。図7からロータリートランス33hを介して広帯域アンプ20に伝達した場合の出力は、直接広帯域アンプ20に伝達した場合の出力と比べると、300kHz以上の領域においては同等以上の出力を得ていることがわかる。また、回路共振をおこしている400kHzにおいては直接伝達した場合よりも10dB程度増幅されていることがわかる。

【0052】

以上のように、本実施の形態1における接触検査方法は、ロータリートランス33hを構成するローター側トランス33g、ステーター側トランス33fのインピーダンスを最適化することにより、AEセンサ12の有効感度帯域である300kHzから2MHzの信号を減衰させることなく広帯域アンプ20に伝達することが可能である。

【0053】

ローター側トランス33g、ステーター側トランス33fのインピーダンスを最適化するには、本実施の形態1のように、ローター側トランス33gのインピーダンスは、少なくとも有効感度帯域の一部において圧電素子のインピーダンスより大きいことが望ましい。さらに有効感度帯域の下限周波数において、少なくとも圧電素子のインピーダンスの2分の1以上が確保されていることが望ましい。さらに圧電素子が最大感度を有する周波数において、圧電素子のインピーダンスより大きいことが望ましい。

【0054】

さらに、本実施の形態1における接触検査方法によれば、回路共振を利用することにより、回路共振を起こしている400kHzにおいては、ロータリートランス33hを介さず直接伝達した場合よりも10dB程度感度が高くできている。

【0055】

本実施の形態1におけるAEセンサ12は600kHz～700kHzにおいて感度が最も高く、有効感度帯域は300kHzから2MHzであるが、一般的にAEセンサは機械的共振周波数で最大感度を持ち、その前後の周波数帯域である程度の感度を有するという特徴がある。AEセンサの機械的共振周波はAEセンサの大きさに依存するが、一般的には100kHzから1MHz程度にある。また、その前後において有効感度帯域を有し、その帯域は100kHzから2MHz程度である。したがって、AEセンサとロータリートランスとからなる電気回路の共振周波数はAEセンサの有効感度帯域である100kHzから2MHzにあることが望ましく、さらには最大感度を有する100kHzから1MHzにあることが望ましい。

【0056】

さらに、本実施の形態1における接触検査装置によれば、AEセンサ12をAE伝達平板11に固定してあるので、磁気ディスク1を交換する毎に、AEセンサ12を磁気ディスク1に固定しなおす必要がなく、簡便に磁気ディスク1の交換が可能である。また、本実施の形態1のようにAE伝達平板11表面は平滑であることが望ましく、また表面あらさよりも厚い液体膜が塗布されていることが望ましい。このように構成した際には、磁気ディスク1の置換が容易でかつ、磁気ディスク1と圧接することにより磁気ディスク1との密着性も確保され、AEの減衰を抑制することが可能となる。

【0057】

(実施の形態2)

本実施の形態2における接触検査装置のブロック図を図8に示す。図8に示す接触検査装置は、基本的には実施の形態1で図1に示した接触検査装置と同様であるが、アーム6側にもAEセンサ12bが固定されている。また、13はランプブロックであり、アーム6が回転することでサスペンション4がランプブロック13に昇降し、スライダ2を磁気ディスク1へダイレクトロードあるいはダイレクトアンロードさせる構成となっている。

図8において、12bはアーム6に接着固定されたAEセンサである。20bはAEセンサ12bからの信号を増幅する広帯域アンプ、30bは広帯域アンプ20bからの信号のフィルタ回路、40bはフィルタ回路30bからの信号の実行値電圧を演算する実行値演算手段としての実行値演算回路、70は各駆動回路7、8を制御するとともに、各種の演算処理を実行するパーソナルコンピュータなどからなる演算制御回路である。

【0058】

そして、この演算制御回路70は、AEセンサ12とAEセンサ12bとの検出出力のアナログ信号からデジタル信号への変換手段、ならびに極大値の時間差演算手段を兼用している。

【0059】

図9は本実施の形態2におけるスライダ2を磁気ディスク1に押圧するためのサスペンション4を磁気ディスク1側から見た詳細図であり、図10は図9のサスペンション4の分解斜視図である。図9および図10において、サスペンション4は、スライダ2を先端部近傍で担持した可撓性の基盤14および配線構造体15を備えたフレクシャ16と、磁気ディスク1に沿う方向に設けられフレクシャ16の先端部を支持するロードビーム17とを有している。ロードビーム17はベースプレート18を介してアーム6（図示せず）に取り付けられている。フレクシャ16は、ロードビーム17の磁気ディスク1対向面にスポット溶接23、24により接合されている。またロードビーム17には磁気ディスク1側に突出したディンプル19が形成されており、このディンプル19によってフレクシャ16に担持されたスライダ2は可撓性を確保した状態で磁気ディスク1に押圧される。

【0060】

また、サスペンション4の先端部に機構長手方向に凸状にタブ22が延出していて、このタブ22がランブブロック13に乗り上げるようにしている。

【0061】

図11はアンロード過程のサスペンション4の状態を示す模式図である。以下、図11を用いてアンロード過程の説明をする。

【0062】

図11(a)はスライダ2が磁気ディスク1上にロードされている状態を示しており、スライダ2はサスペンション4によって磁気ディスク1側に押圧されているが、磁気ディスク1の回転にともなう空気流により10nmといった微小隙間を保ち、磁気ディスク1表面から浮上している。

【0063】

図11(b)はアンロード過程の初期における状態である。サスペンション4は、タブ22がランブブロック13に乗り上げることによって徐々に引き上げられるわけであるが、スライダ2には、スライダ2と磁気ディスク1との間の空気的作用によってスクイーズ力が発生し、スライダ2は磁気ディスク1側に吸引されることとなる。この際、いわゆるディンプルセパレーションが発生し、フレクシャ16を押圧していたディンプル19とフレクシャ16とが離間してしまうこととなる。

【0064】

図11(c)に示すようにある一定以上サスペンション4を引き上げると、スライダ2は磁気ディスク1からアンロードされ再びディンプル19とフレクシャ16とが接触した状態となる。これがいわゆるディンプルコンタクトである。

【0065】

しかし、図11(d)に示すように、その後もフレクシャ16はそのばね性によって振動し、ディンプル19とフレクシャ16とは再度離間してしまい、この接触と離間は数度繰り返される。

【0066】

図11(b)あるいは図11(d)の状態ではスライダ2と磁気ディスク1とが接触する可能性があり、接触が発生すれば磁気ディスク1側に搭載したAEセンサ12で接触強度に応じたAEが検出される。この際アーム6に搭載したAEセンサ12bでもスライダ

2と磁気ディスク1の接触にともなうAEは検出されるが、この状態はディンプル19とフレクシャ16とが離間したディンプルセパレーションの状態であるので、AEの伝達経路はフレクシャ16のみとなってしまう、可撓性を有したフレクシャ16でのAEの減衰は激しい。しかしながら、図11(c)に示したディンプルコンタクトによってディンプル19とフレクシャ16とが接触した際に発生するAEは、ロードビーム17を介して伝播するのでAEセンサ12bで非常に大きな出力として検出される。また、このAEは磁気ディスク1に伝播することがないので、AEセンサ12においては検出されない。

【0067】

つまり、スライダ2のアンロード過程におけるスライダ2と磁気ディスク1との接触状態は、図11(b)に示した第1の接触モードと図11(d)に示した第2の接触モードがあるわけであるが、本実施の形態2における接触検査方法においては、第1の接触モードと第2の接触モードの間にある図11(c)に示したディンプルコンタクトをAEセンサ12bで検出しているので、AEセンサ12からの検出信号とAEセンサ12bからの接触信号との時間差を演算制御回路70で演算処理し前後判定することにより、スライダ2と磁気ディスク1との接触モードが第1の接触モードか第2の接触モードであるかを把握することが可能となる。

【0068】

また、スライダ2と磁気ディスク1の接触にともなうAEを、アーム6側のAEセンサ12bで評価した場合にはサスペンション4の状態が変化することでAEの伝達経路に依存したAE減衰率が変化してしまうので、AEセンサ12bの検出出力からスライダ2と磁気ディスク1との接触強度を評価することは困難である。しかしながら本実施の形態2のように磁気ディスク1側に搭載したAEセンサ12で評価することにより、AEの伝達経路の変化はなくなり、検出出力からスライダ2と磁気ディスク1との接触強度を評価することが可能となる。

【0069】

本実施の形態2では、実行値演算回路40、40bでAEを電圧の実行値として評価する構成としたが、AEセンサ12、12bの出力電圧の評価手段はこの限りではなく、例えばエンベロープ演算手段によってエンベロープ出力として評価することも可能である。また本実施の形態2に示すように、AEセンサ12、12bの出力電圧をデジタル信号に変換し、評価する場合には、ダイレクトロード過程、ダイレクトアンロード過程で発生するAEの持続時間は1ms程度、また図11(b)の状態から図11(c)の状態へ、図11(c)の状態から図11(d)の状態への移行時間もそれぞれ1ms程度であるので、スライダ2と磁気ディスク1との接触にともなうAEを正確に把握するためには、少なくとも10kHz以上のサンプリング周波数で行うことが望ましい。

【0070】

なお、実施の形態1および実施の形態2では、回転体として磁気ディスク1を例にとって説明したが、これに限定されるものではなく、光ディスクや光磁気ディスクなどにも適用できることは言うまでもなく、いかなる回転体の振動を検出する手法としても適用可能であることは勿論である。また振動検出素子として、AEセンサ12を設けた場合について説明したが、加速度センサなどを使用することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図1】本発明の実施の形態1による接触検査装置のブロック図

【図2】本発明の実施の形態1による接触検査装置の断面図

【図3】本発明の実施の形態1において使用するAEセンサの出力一周波数特性を示す図

【図4】本発明の実施の形態1において使用するAEセンサインピーダンスを示す図

【図5】本発明の実施の形態1において使用するロータリートランスのインピーダンスを示す図

【図6】本発明の実施の形態1において使用するAEセンサとロータリートランスと

からなる回路のインピーダンスを示す図

【図 7】 本発明の実施の形態 1 において使用する A E センサの出力線図

【図 8】 本発明の実施の形態 2 による接触検査装置のブロック図

【図 9】 本発明の実施の形態 2 において使用するサスペンションの平面図

【図 10】 本発明の実施の形態 2 において使用するサスペンションの分解斜視図

【図 11】 本発明の実施の形態 2 によるアンロード過程を模式的に示す側面図

【図 12】 従来の接触検査装置のブロック図

【図 13】 従来の磁気ディスク側から A E を検出する接触検査装置のブロック図

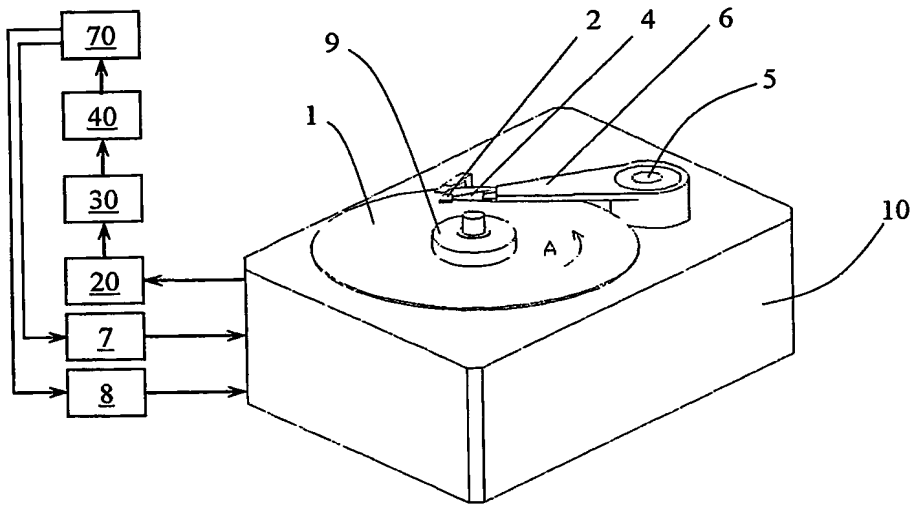
【図 14】 図 13 に示した接触検査装置のスピンデル断面図

【符号の説明】

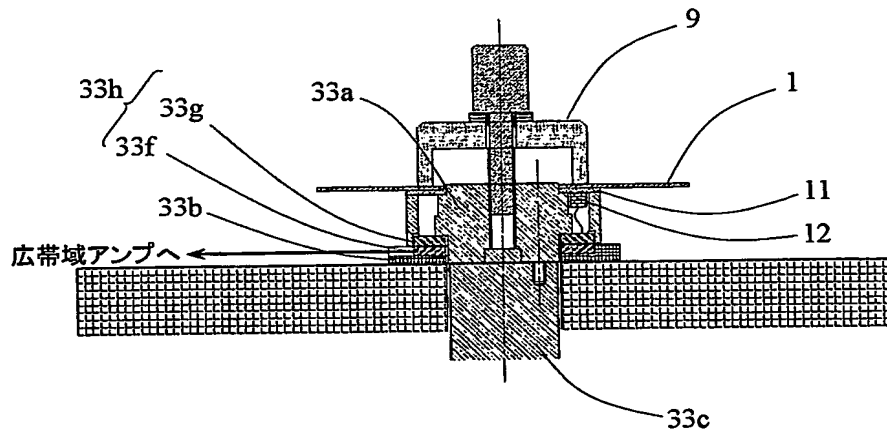
【0072】

- 1 磁気ディスク
- 2 スライダ
- 3 スピンデル
- 4 サスペンション
- 5 ボイスコイルモータ
- 6 アーム
- 7 スピンデル駆動回路
- 8 アクチュエータ駆動回路
- 9 ディスククランプ
- 10 筐体
- 11 A E 伝達平板
- 12、12b A E センサ
- 13 ランプブロック
- 14 可撓性の基盤
- 15 配線構造体
- 16 フレクシャ
- 17 ロードビーム
- 18 ベースプレート
- 19 ディンプル
- 20 広帯域アンプ
- 22 タブ
- 23 スポット溶接
- 24 スポット溶接
- 30 フィルタ回路
- 40 実行値演算回路
- 50 オシロスコープ
- 70 演算制御回路

【書類名】 図面
【図 1】

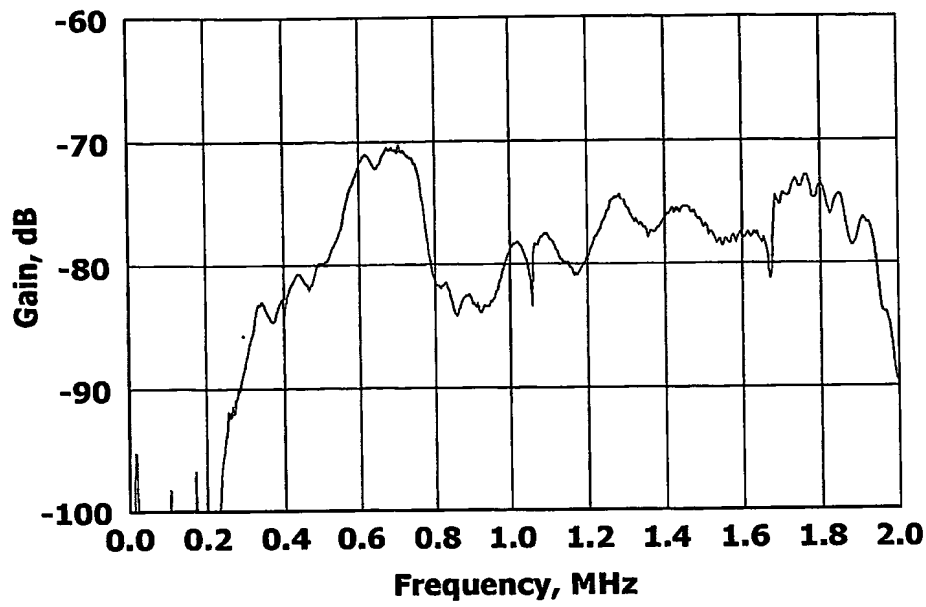


【図 2】

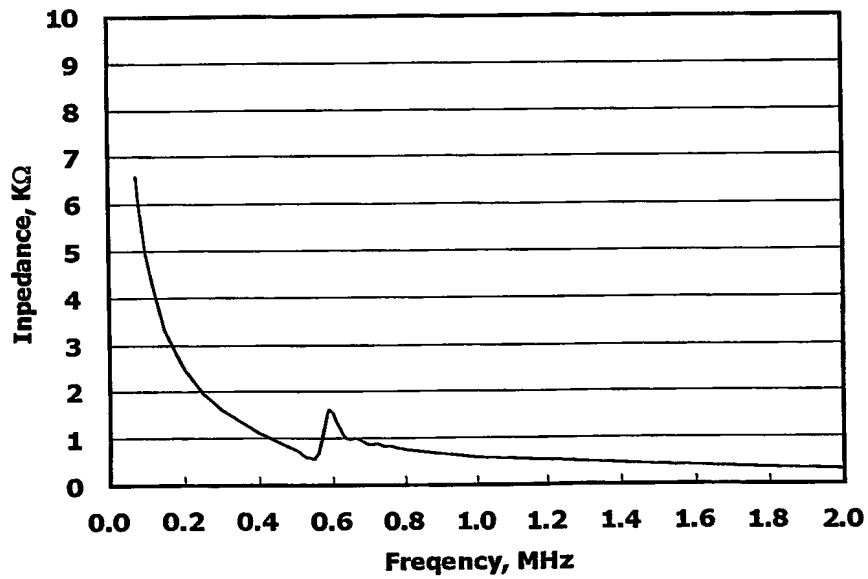


BEST AVAILABLE COPY

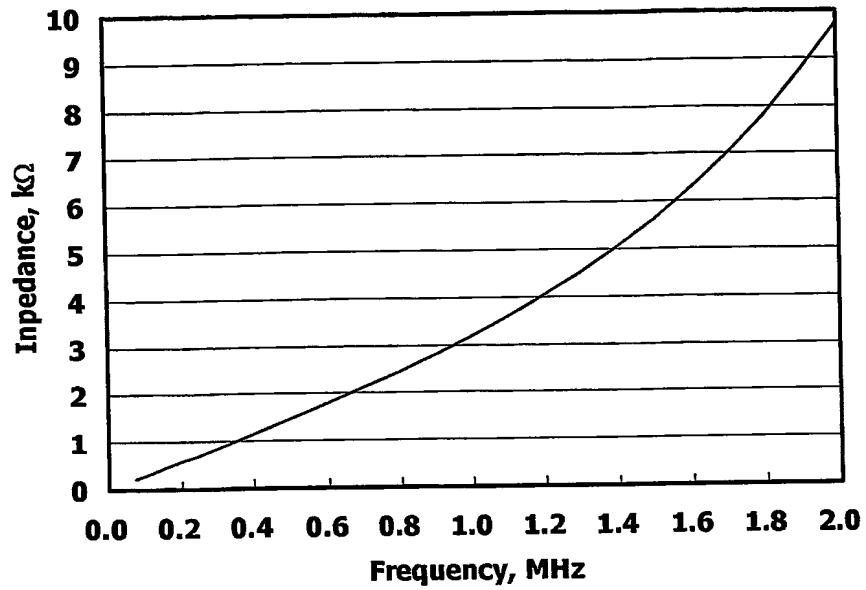
【図 3】



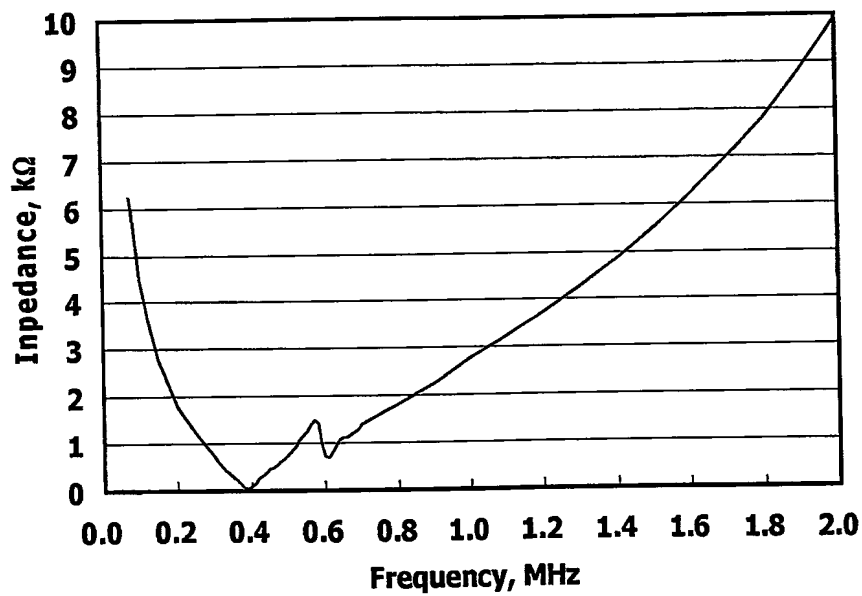
【図 4】



【図 5】

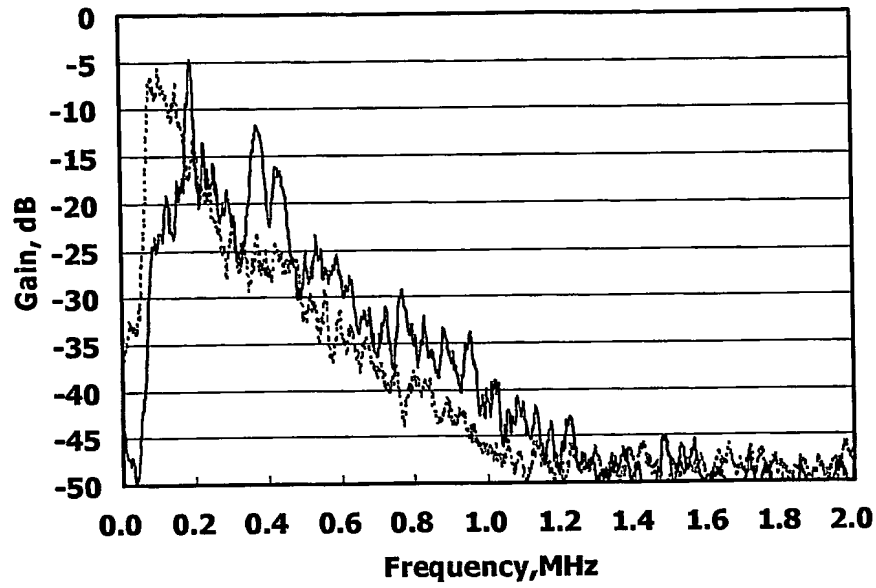


【図 6】

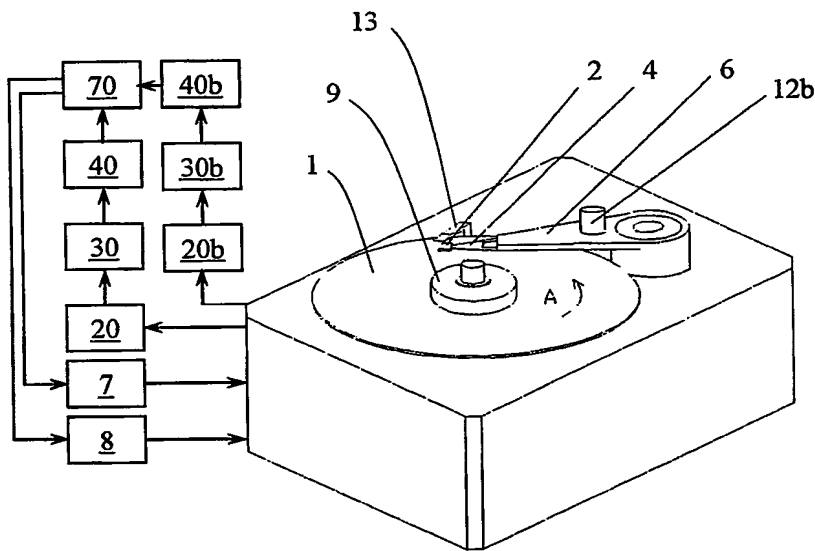


BEST AVAILABLE COPY

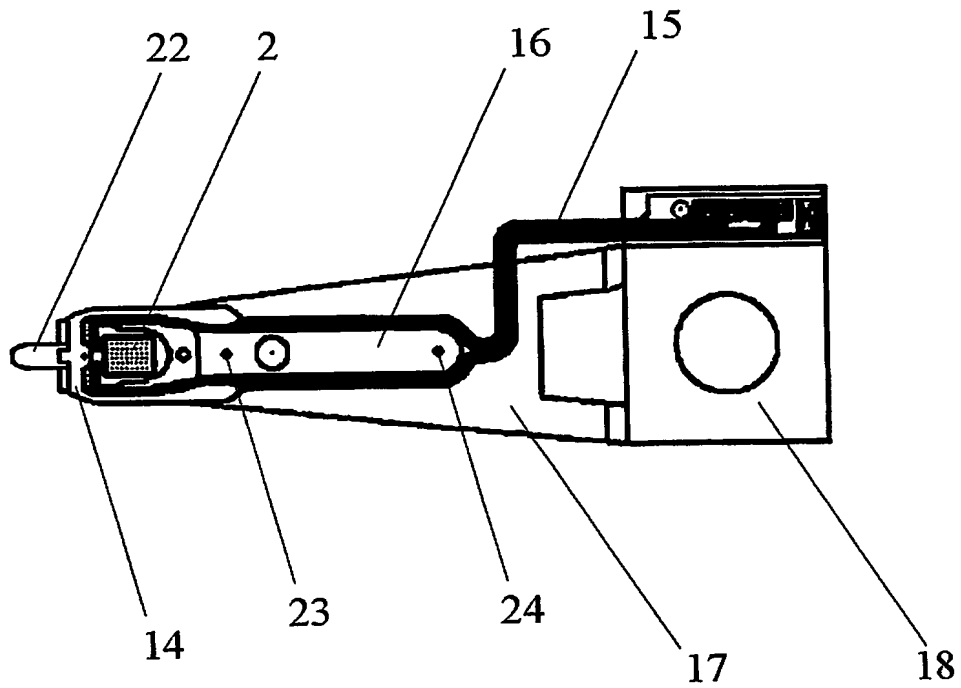
【図 7】



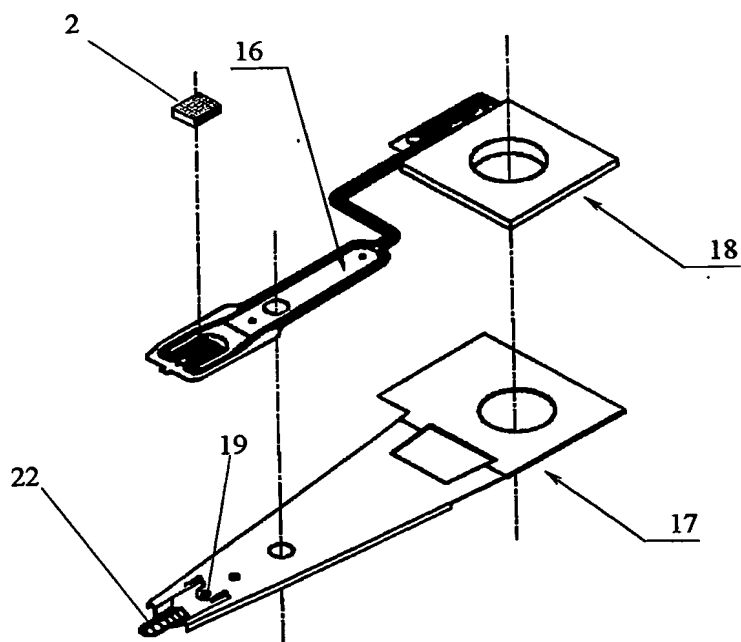
【図 8】



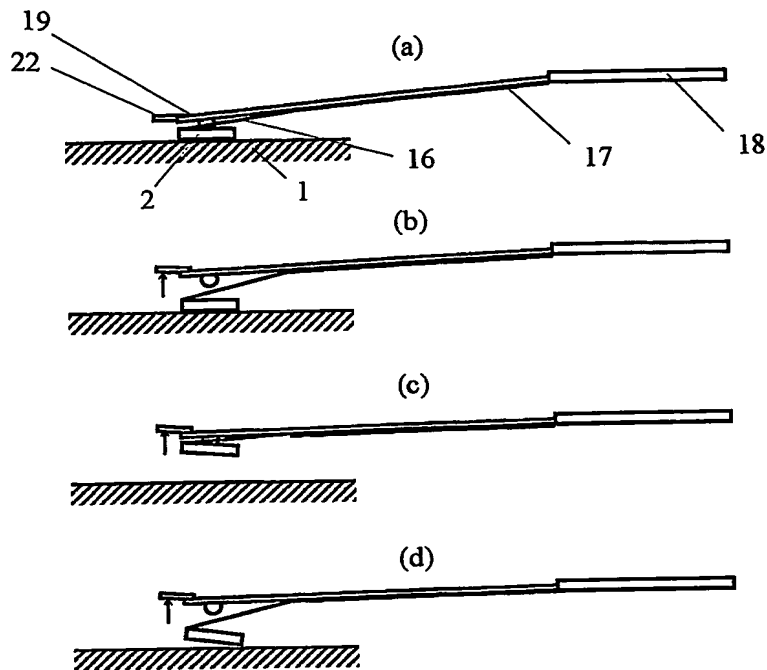
【図 9】



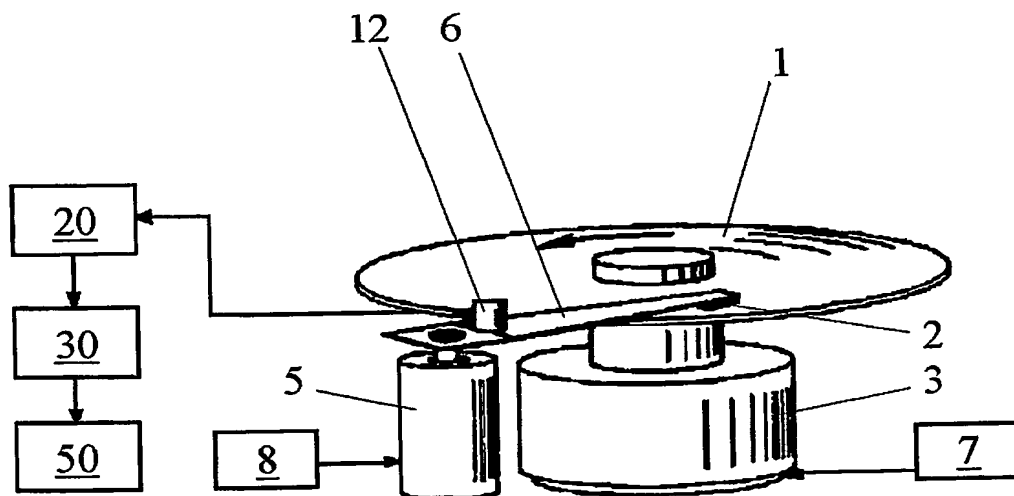
【図 10】



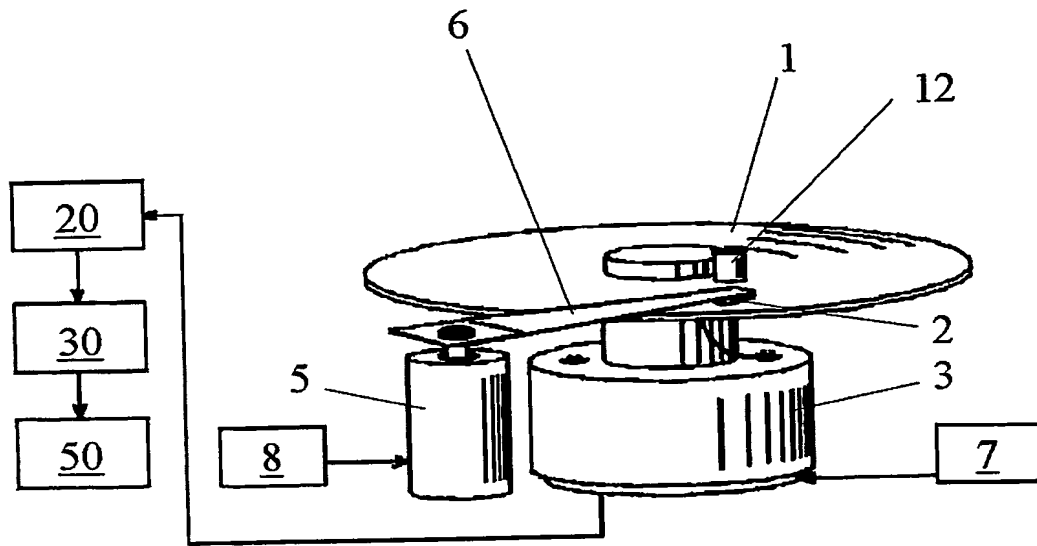
【図 11】



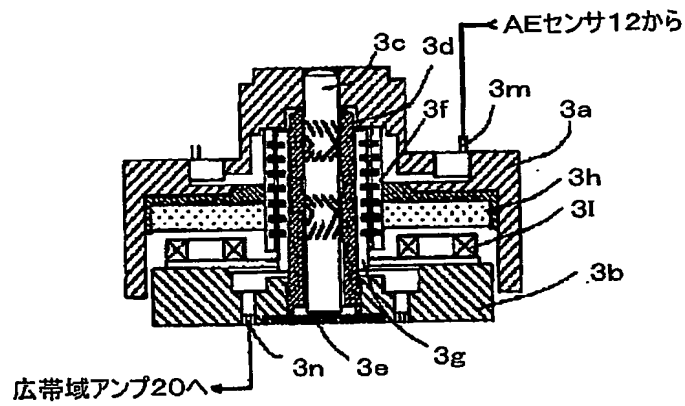
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 回転体に、その回転体の振動に応じた検出出力を発生する検出素子を搭載し、回転体への他の物体の接触を検知する接触検査方法および装置に関するもので、特に、磁気ディスク装置における回転する磁気ディスクとスライダとの機械的特性の評価に好適な方法および装置を提供する。

【解決手段】 振動に応じた検出出力を発生する検出素子 12 を回転体 1 に搭載し、その検出出力をロータリートランスを介して固定部に伝送し、その伝送された検出出力に基づいて、前記回転体 1 が回転するように構成すると共に、前記ロータリートランスのインピーダンスは、前記検出素子の有効感度帯域の一部において、前記検出素子が所定の出力を取得するに十分なインピーダンスが確保されていることを特徴とする。

【選択図】 図 1

BEST AVAILABLE COPY

特願 2 0 0 3 - 3 7 9 7 4 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社

BEST AVAILABLE COPY